

Módulo III

Ahorra dinero manejando mejor tu almacén
(Administración de inventarios)

FASCICULO 1
Conceptos básicos

FASCICULO 2
Sistemas para demanda independiente

FASCICULO 3
Sistemas para demanda dependiente

Presentación

Las empresas de venta al público (o de menudeo), los mayoristas, los fabricantes y aun los prestadores de servicios en general desarrollan actividades de *compra* de insumos (bienes y servicios) que, de alguna manera, son *almacenados* y *distribuidos*.

El Ganso Azul, ferretera del centro de la ciudad de México, era un negocio que con el tiempo iba creciendo. Sin embargo, el señor López, dueño y administrador del negocio, sentía que podía lograr mejores ganancias, si tan sólo tuviera *más dinero* con el cual comprar un mayor número de taladros de importación (artículo que se vendía muy bien, y del cual pocas veces tenía un *guardado* en su bodega). Sin embargo, llevaba ya ocho meses de tener 200 sierras caladoras en la bodega, de las que sólo había podido vender cinco cada mes.

El Ganso Azul había pedido préstamos bancarios en varias ocasiones pero no podía conseguir un crédito, porque decían los del banco que debía contar con una mejor *administración de sus inventarios*. ¿Podría el señor López conseguir más dinero para sus taladros, tan sólo manejando bien la mercancía que guardaba en su bodega? ¡Por supuesto que sí! Si él hubiera administrado adecuadamente sus inventarios, no tendría un *exceso* de sierras y un *faltante* de taladros. ¿Pero existirán técnicas que nos ayuden a los pequeños empresarios a *optimizar* el número de bienes que mantenemos en nuestras bodegas?, ¿servirán estas técnicas para aquellos de nosotros que nos dedicamos a fabricar bienes, a prestar servicios, o a los que nos dedicamos al comercio?

La respuesta a ambas preguntas es SI.

El almacenamiento de bienes resulta de una demanda esperada, que puede ser tanto *dependiente* como *independiente*. La manera de evaluar los inventarios depende en gran parte del tipo de demanda a la que está sujeto el bien en cuestión. Por lo tanto, será de los primeros temas que abordaremos en este Módulo para que el empresario pueda distinguir entre ellos (estimar la demanda en sí es uno de los objetivos del Módulo II del Paquete de Producción).

Los costos de almacenamiento o de mantener inventario son esenciales para determinar los tamaños óptimos de inventarios (materiales almacenados). Sin entrar muy a fondo en el tema de costos, se presentarán los principales costos involucrados en sistemas de inventarios, de tal manera que tú, como empresario, puedas determinar cuáles de ellos son los que te afectan en tu sistema de inventarios.

A lo largo de este Módulo, verás diferentes herramientas que te ayudarán a *minimizar los costos* en los cuales estás incurriendo, por no tener un adecuado manejo de tus inventarios.

Objetivos del Módulo

Al término de este Módulo, tendrás a la mano las herramientas necesarias para:

- *Identificar los* costos *principales en los que incurres al mantener niveles inadecuados de inventarios (el cálculo de estos costos se ve en el Módulo II del Paquete de Contabilidad).*
- *Fijar normas y controles que establezcan* niveles óptimos de inventario, *puntos de reorden y tamaños óptimos de lotes por solicitar en sistemas con demanda independiente.*
- Minimizar los costos *de tu negocio usando modelos teóricos como son el reorden por cantidad fija o reorden por tiempo fijo.*
- Incrementar la liquidez *de tu empresa sin recurrir a financiamiento externo.*
- *Harás* planes de requerimientos de materiales MRP's, *para tu fábrica, o cualquier tipo de sistema de inventario para demanda dependiente.*

Organización del Módulo

El primer fascículo de este Módulo introduce al empresario a los conceptos básicos de la teoría de inventarios. Se definen los diferentes tipos de inventarios y los principales costos que se deberán tomar en cuenta para hacer un análisis de los inventarios en tu negocio.

El segundo fascículo de este Módulo es el de mayor importancia en el Módulo. El lenguaje y las fórmulas matemáticas usadas tal vez sean un poco complejas pero son estos conceptos los que te llevarán a optimizar la inversión hecha en inventarios por parte de tu empresa.

El tercer fascículo de este Módulo plantea a grosso modo el concepto de un plan de requerimiento de materiales, o comúnmente conocido como un MRP. En este fascículo se introduce al empresario mexicano a una metodología que, de forma simple, representa la forma de trabajo, un modelo de mayor escala de un MRP.

Indice

- FASCICULO 1. ***Conceptos básicos.***
- FASCICULO 2. ***Sistemas para demanda independiente.***
- FASCICULO 3. ***Sistemas para demanda dependiente.***

Paquete de Producción

Módulo III: Ahorra dinero manejando mejor tu almacén (Administración de inventarios)

FASCICULO 2



Sistemas para demanda independiente

Sistemas para demanda independiente

Contenido

1. El ejemplo fácil de inventarios con supuestos.

2. Ahora, quiero tener *inventarios de seguridad*.

3. Yo hago mis pedidos una vez al mes.

4. Manos a la obra para reducir costos con modelos aplicables a mi empresa.

Este fascículo está elaborado para que puedas:

- Calcular las cantidades óptimas de pedidos para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas.
- Calcular los puntos de reorden para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas.
- Calcular las cantidades óptimas de pedidos para modelos de inventarios de reorden por periodo fijo.
- Calcular los puntos de reorden para modelos de inventarios de reorden por periodo fijo, dado un nivel de servicio.
- Calcular las cantidades óptimas de pedidos para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas con descuentos por volumen.
- Calcular los puntos de reorden para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas con descuentos por volumen.
- Encontrar los ahorros que puedes lograr con la aplicación de políticas de inventarios.

Objetivo

Una vez concluido este fascículo, podrás utilizar diferentes herramientas matemáticas para el control de tus inventarios.

▶ *Indice*

Instrucciones . . . .

Evaluación previa . . . .

Introducción . . . .

Objetivo terminal . . . .

El ejemplo fácil de inventarios con supuestos . . . .

Ahora quiero tener *inventarios de seguridad* . . . .

Yo hago mis pedidos una vez al mes . . . .

Manos a la obra para reducir costos con modelos aplicables a mi empresa . . . .

Evaluación final . . . .

SISTEMAS PARA DEMANDA INDEPENDIENTE

▶ *Instrucciones*

Este fascículo ha sido diseñado para que tú, como pequeño empresario mexicano, tengas más herramientas que aplicar en un mercado cada vez más competido. Este fascículo, en particular, presenta cierto grado de dificultad, por lo que requerirás paciencia y concentración, ya que esto redundará en beneficio de tu negocio.

Cuando encuentres palabras en cursivas, es porque el autor de este Módulo considera que estás entrando a un concepto nuevo y, por lo tanto, se te recomienda que apuntes los conceptos en una libreta de términos para que puedas hacer referencia posterior a ellos.

El desarrollo de cada fascículo dentro del Módulo contendrá uno o varios ejemplos que te ayudarán a entender los conceptos. Al final de cada fascículo o subfascículo se te plantearán una serie de preguntas y/o problemas que te ayudarán a reafirmar los conceptos vistos en el fascículo. Al final de este Módulo, te harás una evaluación global del Módulo para medir el avance logrado.

▶ *Evaluación previa*

Selecciona la mejor opción que corresponda a la pregunta:

1. En materia de inventario, un Costo Total se compone de:
   a) Costo de Adquisición y Costo de Obsolescencia.
   b) Costo de Adquisición y Costo de Mantener Inventario.
   c) Costo de Ordenar.
   d) Costo Financiero.
   e) b y c.
   f) b y d.

2. ¿Cuáles tres factores determinan una cantidad óptima a pedir en un modelo de reorden por cantidades fijas?
   a) La demanda anual, el costo de mantener inventario y el costo de ordenar.
   b) La demanda anual, el costo financiero y el costo de ordenar.
   c) La demanda anual, el costo de mantener inventario y el costo financiero.
   d) El costo financiero, el costo de mantener inventario y el costo de ordenar.

3. ¿Se pueden incluir descuentos por volumen en los modelos de inventario de reorden por cantidades fijas?
   a) Sí.
   b) No.

4. Los ahorros que se pueden obtener de establecer políticas de inventarios son:
   a) Muy alto.
   b) Altos.
   c) Bajos.
   d) La verdad no importan las políticas de inventario.

5. ¿Cuales de los siguientes son modelos de inventarios?
   a) Reorden por cantidades fijas.
   b) Reorden por periodo fijo.
   c) Reorden por cantidades fijas con niveles de servicio.
   d) Reorden por periodo fijo con niveles de servicio.
   e) Reorden por cantidades fijas con descuentos por volumen.
   f) Todos los anteriores.

6. Un empresario dedicado al comercio de relojes quiere determinar la *cantidad óptima* de pedidos de su modelo **ZXR**, el cual tiene una demanda constante a través del año de **5,000 relojes**. También necesita determinar el *punto de reorden* siguiendo una política de *reorden por cantidades fijas*. Toma como supuesto que *el tiempo entre pedido y entrega es constante*, de **25 días**. El *costo por pedido* es de **12,000 pesos**. El *costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario*, lo ha calculado en **4,000 pesos**. El modelo **ZXR** le cuesta **50,000 pesos**, y no recibe descuentos por volumen comprado.

¿Cuál será la *cantidad óptima* de pedidos de relojes **ZXR**, y cuál será su *punto de reorden*?

a) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 1,000 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 100 relojes **ZXR**.
b) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 434 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 124 relojes **ZXR**.
c) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 343 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 174 relojes **ZXR**.
d) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 143 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 121 relojes **ZXR**.
e) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 143 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 250 relojes **ZXR**.

RESPUESTAS

1. e.
2. a.
3. a.
4. a.
5. f.
6. c.

Si tuviste algún error en las preguntas anteriores no te preocupes, sigue adelante y podrás contestarlas sin ningún problema. Si todas las preguntas las respondiste bien, ¡FELICIDADES!, puedes pasar al siguiente fascículo.

Introducción

Existe una gran cantidad de industrias en el país que durante mucho tiempo no se han preocupado por llevar un control adecuado de sus inventarios. La inminente firma del Tratado de Libre Comercio obliga a toda industria, comercio o prestador de servicio a optimizar sus recursos.

El uso del lenguaje técnico no es para asustarte, sino para facilitar el manejo de los problemas que enfrentamos como pequeños empresarios para superarnos, dar un mejor servicio a los clientes, reducir costos de operación y, sobre todo, GANAR MAS DINERO.

En este fascículo veremos la manera en que podemos usar varias herramientas, de las cuales estoy seguro que alguna se podrá aplicar a tu negocio para ayudarte a manejar mejor tus inventarios.

Objetivo terminal

> Una vez concluido este fascículo, podrás utilizar diferentes herramientas matemáticas para el control de tus inventarios.

Objetivos intermedios

Al término de este fascículo podrás:

Calcular las cantidades óptimas de pedidos para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas.

Calcular los puntos de reorden para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas.

Calcular las cantidades óptimas de pedidos para modelos de inventarios de reorden por periodo fijo.

Calcular los puntos de reorden para modelos de inventarios de reorden por periodo fijo, dado un nivel de servicio.

Calcular las cantidades óptimas de pedidos para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas con descuentos por volumen.

Calcular los puntos de reorden para modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas con descuentos por volumen.

Encontrar los ahorros que puedes lograr con la aplicación de políticas de inventarios.

El ejemplo fácil de inventarios con supuestos

Probablemente tú has tenido que hacer pedidos de mercancía, sea como insumo para fabricar un producto, o de productos terminados para su comercialización. También es común que por hacer un pedido muy grande tu negocio se haya quedado sin dinero *líquido* para invertir en otros proyectos. ¿Las cantidades que pediste serían las óptimas?, ¿el momento en el que hiciste el pedido fue el adecuado?, ¿estará tu negocio invirtiendo demasiado dinero en mantener inventarios muy altos, sin motivo alguno?

En este tema veremos un modelo simple, el de *sistemas de inventario por reorden fijo* para darte una idea de cómo se comportan los inventarios en tu negocio.

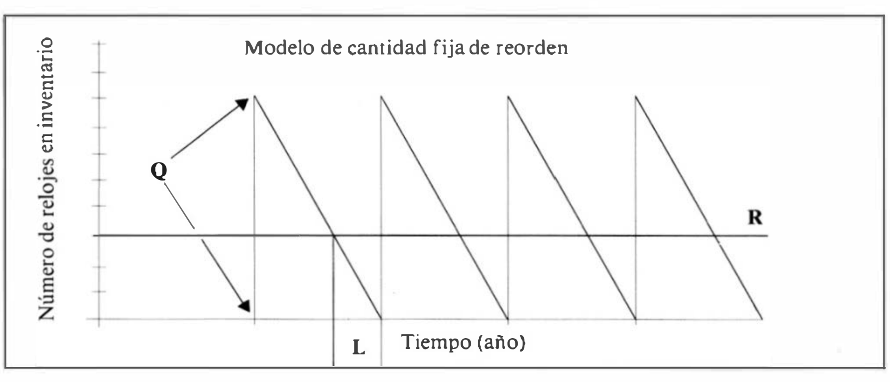
Los modelos más simples de este tema se dan cuando la demanda, el tiempo de entrega, y los costos se conocen con certeza. Es muy raro que se dé este fenómeno en la vida real; sin embargo, es la manera más fácil de manejar el concepto de modelos de reorden por cantidades fijas.

Un empresario muy entusiasta de la Merced tiene un negocio de venta de relojes. Una vez que se había capacitado y dominado las diversas técnicas de pronósticos de demanda, llegó a una demanda estimada de 5,000 relojes para el año siguiente. El empresario no disponía de mucho dinero y, además, no consideraba prudente hacer la compra de todos los relojes de una vez. Pero, ¿cuántos relojes debería pedir a su proveedor, y cada *cuándo* debería comprarlos?

Lo que se pretende con un modelo de reorden por cantidades fijas es encontrar el punto específico de unidades, **R**, *cuándo* se hará el pedido, y el tamaño de la orden o *cuántas* unidades, **Q**, se tienen que pedir.

Por lo tanto, el empresario de la Merced necesita encontrar aquel punto en que, al llegar el número de relojes en su bodega a 49 unidades (**R**), tendrá que hacer un pedido por 120 unidades más (**Q**).

La gráfica que se presenta a continuación demuestra el comportamiento del nivel de inventario para los relojes, a través de un año.



Esta gráfica supone lo siguiente:

La demanda del producto es constante y uniforme a través del periodo de tiempo *t*.

El tiempo que transcurre entre las fechas en que se ordena y se recibe la orden, **L**, es constante.

El precio por unidad de producto es constante (no existe ventaja en precio por ordenar más cantidad de un producto).

El costo de mantener inventario se basa en *inventarios promedios*.

El costo de levantar una orden (también conocido como costo de inicio) es constante.

La demanda del producto será satisfecha en su totalidad (no cabe la posibilidad de dejar órdenes pendientes o *back order*).

Nuestro amigo, el vendedor de la Merced, cumple con todas estas características. La demanda que él estimó de 5,000 relojes es uniforme a través del año siguiente. Además, su proveedor le ha prometido que tardará 25 días para entregarle los relojes a partir de que le haga el pedido. Hasta ahora, siempre se ha tardado exactamente 25 días.

La relación que llevan el vendedor de relojes y su proveedor es tan buena que éste le ha prometido que cada reloj costará $50,000, y no tendrá ni un solo aumento durante todo el año.

Como se puede ver en la gráfica, cuando el inventario cae al punto **R** de reorden, se llama al proveedor y se hace un pedido por una cantidad **Q** de relojes. El pedido se recibe al finalizar el periodo de tiempo **L** que, como se expresó anteriormente, *no varía*.

Lo que el vendedor de relojes quiere hacer es **reducir el costo** de sus inventarios; por lo tanto, tenemos que ayudarle a definir los costos más importantes.

El costo anual total **(CT)** en un sistema de inventarios está compuesto de:

Costo anual de adquisición, que sería todo el dinero que el vendedor de relojes tiene que pagar a su proveedor por la compra de los 5,000 relojes.

Costo anual de ordenar, que pudieran ser las llamadas para hacer los pedidos, el papeleo, etcétera.

Costo anual de mantener inventario, que incluye los gastos necesarios para mantener la bodega, y los productos que se echaron a perder o quedaron obsoletos dentro de la bodega.

Si planteamos esto como una relación, quedaría de la siguiente manera:

Costo anual total	=	Costo anual de adquisición	+	Costo anual de ordenar	+	Costo anual de mantener inventario

El costo anual de adquisición (**CA**) está compuesto de dos elementos:

1. La demanda anual, denominada "**D**" que, para el vendedor de relojes, es de 5,000 relojes, y

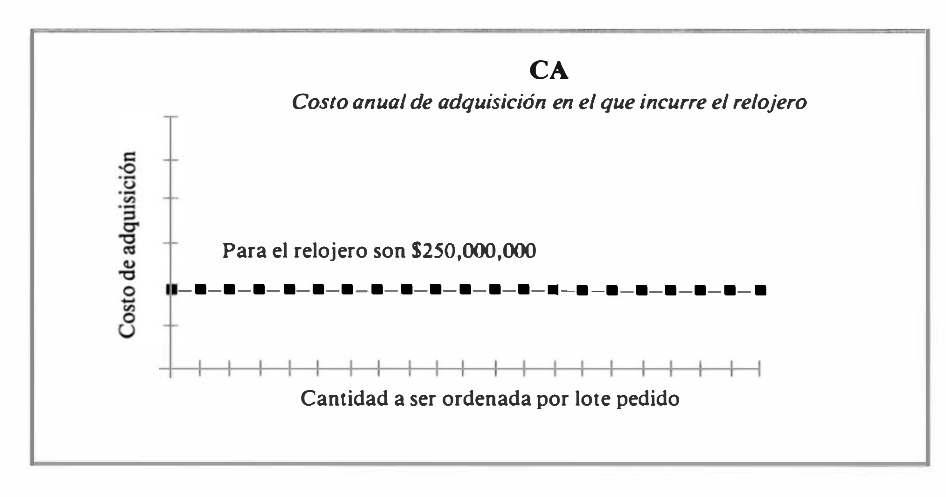
2. El costo unitario, denominado "**C**" que, como prometió el proveedor, es de $50,000 por reloj.

de esta manera: $$CA = D * C$$

o bien, para nuestro amigo, el vendedor de relojes:

$$CA = 5,000 * 50,000 = \$250,000,000$$

Como se ve, ¡es mucho dinero para desembolsar en un solo pago!



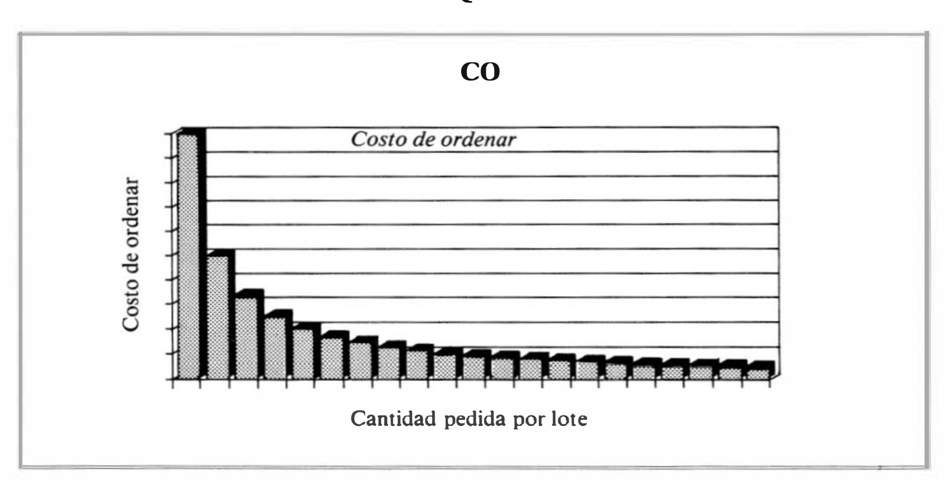
El Costo anual de ordenar (**CO**) está compuesto, a su vez, de tres elementos:

1. La demanda anual, denominada "**D**" que, para el vendedor de relojes, es de 5,000 relojes.
2. La cantidad por ordenar, denominada "**Q**", que es cuánto debe comprar el vendedor de relojes, y
3. El costo de hacer *una* orden, denominada "**S**". Queda claro que una orden no es el costo anual, sino el costo en el que se incurre por hacer *una* orden, como serían las ya mencionadas llamadas para hacer esa orden, el papeleo, los trámites de abrir una carta de crédito (si es mercancía que se importa), etc. El vendedor de relojes ha calculado que cada vez que hace una orden gasta 12,000 pesos en papeleo, llamadas telefónicas, y mensajeros.

Por lo tanto: $$CO = \frac{D}{Q} * S$$

y quedaría como sigue para el señor de los relojes:

$$\mathbf{CO} = \frac{5{,}000}{\mathbf{Q}} * 12{,}000$$



El Costo anual de mantener inventario (**CI**) está compuesto de dos elementos:

1. La cantidad promedio de inventario, dada por "**Q**/2" (la cantidad promedio de inventario es **Q**/2 porque es el punto medio entre tener la bodega llena y tenerla vacía), y

2. El costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario, denominada "**H**" (es común que el costo de almacenamiento esté dado como porcentaje del costo de compra del artículo, en cuyo caso **H** = *i***C**, donde *i* es el porcentaje calculado por mantener inventario). Con base en la experiencia adquirida en el negocio, el señor de los relojes ha encontrado que el costo de mantener un reloj en el almacén es de 4,000 pesos.

Entonces llegamos a:

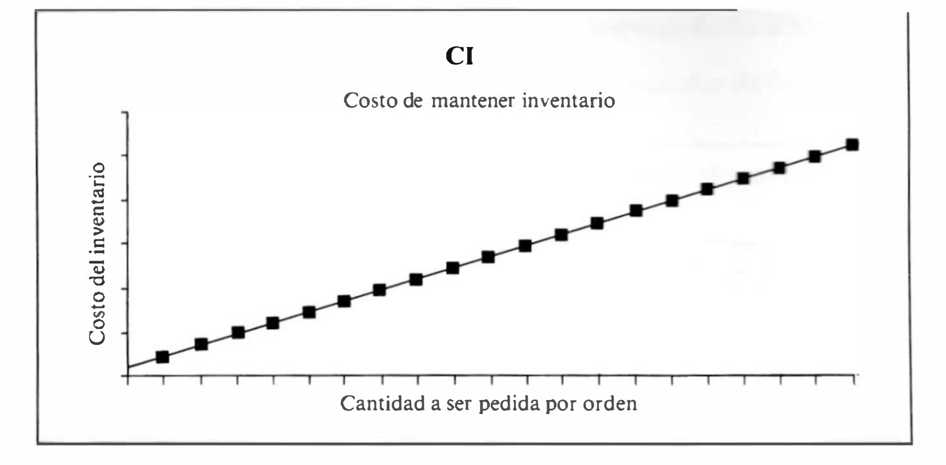
$$\mathbf{CI} = \frac{\mathbf{Q}}{2} * \mathbf{H}$$

y el famoso señor de los relojes tiene:

$$\mathbf{CI} = \frac{\mathbf{Q}}{2} * 4{,}000$$

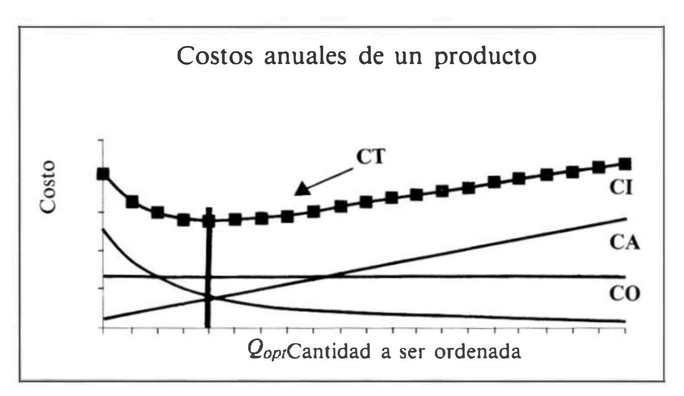
y, por lo tanto, $\mathbf{CT} = \mathbf{D} * \mathbf{C} + \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{Q}} * \mathbf{S} + \frac{\mathbf{Q}}{2} * \mathbf{H}$, o bien,

$$\mathbf{CT} = (5{,}000 * 50{,}000) + \frac{5{,}000}{\mathbf{Q}} * 12{,}000 + \frac{\mathbf{Q}}{2} * 4{,}000$$



Como se ve, todavía no podemos decirle a nuestro amigo el señor de los relojes cuántas unidades tiene que comprar cada vez que hace un pedido, para que no gaste más dinero del necesario.

De una manera gráfica, se puede ver cómo los costos en los que está incurriendo el señor de los relojes tienen un punto donde los costos son mínimos:



Este punto es justamente lo que estamos buscando para determinar la cantidad óptima de compra. Por medio de derivadas se puede encontrar una fórmula para obtener la cantidad mínima del costo total (no es el propósito de este Módulo enseñar cálculo diferencial. La derivada de la función de costo total se puede encontrar en el libro *Introducción a la investigación de operaciones,* HILLIER/LIBERMAN, segunda edición en español, pág. 638). El resultado que se obtiene es el siguiente:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

Ahora, sólo falta determinar el punto de reorden. Ya que se está tomando como supuestos, que la demanda y el tiempo entre las fechas en que se ordena

y se recibe la orden, es constante, no es necesario tomar un inventario de seguridad. Por lo tanto, el punto de reorden, **R**, es:

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{D}}{365} * \mathbf{L}$$

De tal manera que: **D**/365 es la demanda diaria que, en el caso del señor de los relojes, es $\frac{5{,}000}{365}$ = 13.7 relojes diarios, y **L** es el tiempo entre las fechas en que se ordena y se recibe la orden, y que para el señor de los relojes es de 25 días.

Ahora, veamos de manera sencilla cómo puede el señor de los relojes resolver su problema:

Un empresario dedicado al comercio de relojes quiere determinar la *cantidad óptima* de pedidos de su modelo **ZXR**, el cual tiene una demanda constante a través del año de **5,000 relojes**. También, necesita determinar el *punto de reorden* siguiendo una política de *reorden por cantidades fijas*. Toma como supuesto que *el tiempo entre pedido y entrega es constante*, y es de **25 días**. *El costo por pedido* es de **12,000 pesos**. El *costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario*, lo tiene calculado en **4,000 pesos**. El modelo **ZXR** le cuesta **50,000 pesos**, y no recibe descuentos por volumen comprado. ¿Cuál será la cantidad óptima de pedidos de relojos **ZXR**, y cuál será su *punto de reorden*?

Solución:

Los datos son los siguientes:
Demanda anual **D** = **5,000**
Demanda diaria promedio = **D**/365 = 5,000/365 días = **13.6986**
Costo por unidad **C** = **50,000**
Costo de ordenar **S** = **12,000**
Costo anual de almacenamiento
por unidad promedio de inventario **H** = **4,000**
Tiempo entre pedido y entrega **L** = **25**

La cantidad óptima a ordenar es:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * \mathbf{D} * \mathbf{S}}{\mathbf{H}}} =$$

$$\sqrt{\frac{2 * 5{,}000 * 12{,}000}{4{,}000}} = \sqrt{30{,}000} = \mathbf{173.20} \text{ relojes}$$

El punto de reorden es:

$$R = \frac{D}{365} * L = 13.6986 * 25 = \mathbf{342.465} \text{ relojes}$$

Si redondeamos los datos para que sean unidades enteras, la política de inventarios sería la siguiente:

Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 343 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedir a su proveedor 174 relojes **ZXR**.

Ejercicios:

1. Determina cuáles son los costos principales, en materia de inventarios, que tienes en tu empresa.

2. Un comerciante tiene los siguientes datos: Demanda anual (D) de 1,000 unidades, Costo de Ordenar (S) de $15,000, Costo de mantener inventario (H) de $3,750, Tiempo entre ordenar y recibir (L) 5 días y costo por unidad (C) $38,250. Actualmente, hace pedidos de 250 unidades. Con los conceptos anteriores, determina:

a) ¿Cuál es el costo anual de adquisición CA?

b) Cuáles son los costos de ordenar CO con las cantidades que actualmente está ordenando.

c) Con los datos de arriba, calcula el costo de mantener inventario CI en el negocio.

d) Calcula el costo total de este producto.

e) Determina cuál es la cantidad óptima Q_{opt} de pedidos, y el punto de reorden R, utilizando un modelo de reorden por cantidades fijas.

f) Con los valores que acabas de calcular para Q_{opt}, determina el nuevo costo total.

g) ¿Son menores los costos totales con este valor Q_{opt} que con la cantidad que está pidiendo actualmente el comerciante?

h) ¿Qué supuestos se tuvieron que hacer para esta evaluación de costos y el cálculo de R y Q_{opt}?

RESPUESTAS

1. Costo anual de adquisición, Costo anual de ordenar. Costo anual de mantener inventario.

2. a. CA = 1000 * 38250 = $38,250,000.
   b. CO = 1000 / 250 * 15000 = $60,000.
   c. 250 / 2 * 3750 = $468,750.
   d. $38,778,750.
   e. 89.44 y 13.7.
   f. $38,585,410.
   g. Sí, $193,393 pesos menos.
   h. La demanda del producto es constante y uniforme a través del tiempo *t*.
      El tiempo entre ordenar y recibir el pedido, L, es constante.
      El precio por unidad de producto es constante (no existe ventaja en precio por ordenar más cantidad de un producto).
      El costo de mantener inventario se basa en *inventarios promedios*.
      El costo de hacer una orden (también conocido como costo de inicio) es constante.
      La demanda del producto será satisfecha en su totalidad (no cabe la posibilidad de dejar órdenes pendientes o *back order*).

Ahora quiero tener inventarios de seguridad

Ramón Gómez, fabricante de zapatos, asistió al mismo curso de inventarios que nuestro amigo el señor de los relojes. Sin embargo, el proveedor del señor Gómez no es tan puntual como el del señor de los relojes. Al aplicar el modelo de inventarios con puntos de reorden fijos para minimizar sus costos, llegó en ocasiones a quedarse sin nada de materia prima en su bodega. Sin dicha materia prima, se quedaba sin poder producir los zapatos que sus principales clientes le demandaban, perdiendo, en ocasiones, a sus clientes.

El señor Gómez estaba convencido de que el manejo adecuado de los inventarios reducía sus costos y repercutía en mayor margen de ganancias. Pero no se podía dar el lujo de perder clientela en un mercado tan competido como el de la producción de zapatos. ¿Existiría alguna manera de manejar los inventarios de manera óptima y de mantener a sus clientes surtidos con zapatos casi todo el tiempo? ¡Por supuesto que sí!

En realidad, lo que el señor Gómez quiere hacer con sus clientes es dar un buen servicio, manteniendo niveles razonables de inventario en su bodega. En producción el *nivel de servicio* es qué tan bien va a poder el señor Gómez satisfacer la demanda inmediata de sus clientes. En el caso concreto del señor Gómez, su demanda es de 20 zapatos a la semana. El estima que su nivel de servicio debe ser del 90%, esto quiere decir que 20 * 0.90 = **18** zapatos, que podrán ser surtidos de inmediato y los dos pares restantes tendrán que ser surtidos después. Por supuesto, siempre y cuando los dos pares restantes no los compre el cliente con la competencia. De todos modos, el señor Gómez quedará satisfecho porque podrá surtir zapatos al 90% de su clientela inmediata.

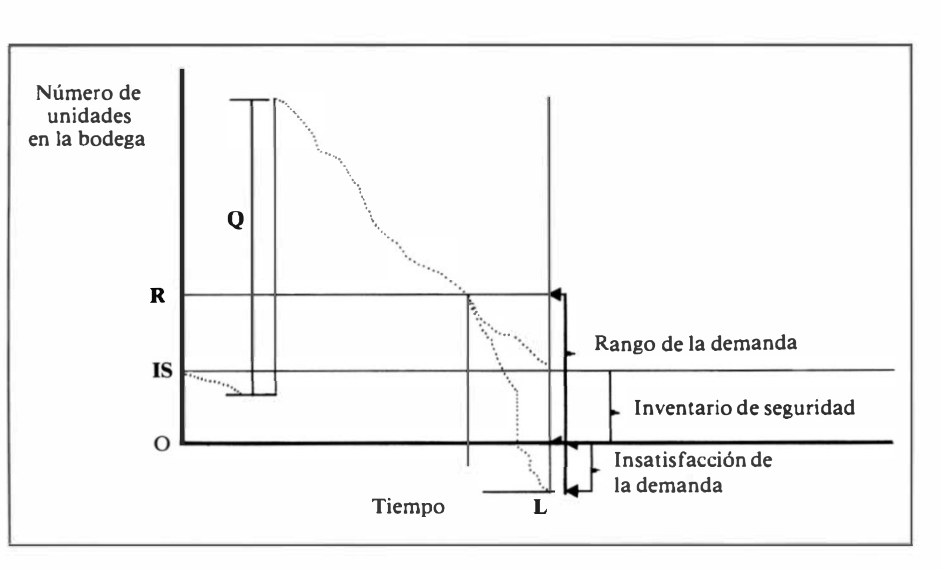
Para asegurar a sus clientes un nivel de servicio del 90%, el señor Gómez tendrá que guardar en su bodega la cantidad de zapatos necesaria para el cumplimiento de lo ofrecido. Este número de zapatos almacenados "*por si acaso*" en la bodega lo vamos a llamar *inventario de seguridad*.

Si la cantidad que el señor Gómez guarda en su bodega es muy grande, sus costos de mantener inventario se elevan y tiene menos dinero del que quería recibir. Si la cantidad de zapatos que el señor Gómez guarda en su bodega "por si acaso" es muy pequeña, no podrá satisfacer a sus clientes con la cantidad de zapatos que están pidiéndole, ni con el nivel de servicio que les había prometido.

Es importante señalar que no siempre es conveniente satisfacer la demanda en un 100%, en algunos casos ni siquiera el 80% de la demanda. ¿Por qué? Simplemente, porque a veces satisfacer la demanda en su totalidad implica un costo mayor en dinero que el nivel esperado de ganancia.

Entonces, ¿qué cantidad debe mantener en su bodega el señor Gómez como inventario de seguridad, para que sus costos no sean elevados y, al mismo tiempo, pueda cumplir con el servicio ofrecido a sus clientes?

Todo el problema del señor Gómez está en que no sabe, en realidad, el tiempo de entrega de su proveedor. El sabe en qué punto **R** de reorden debe pedir su materia prima, al igual que lo hacía el señor de los relojes. El peligro de quedar sin inventario en su bodega ocurre en el tiempo entre hacer un pedido y recibirlo en su almacén, que ya habíamos definido como **L**. La representación gráfica de lo que le está pasando al señor Gómez aparece a continuación.



Tanto el señor de los relojes como el señor Gómez, tienen que encontrar una fecha en la cual reordenar, y una cantidad óptima por ordenar. La principal diferencia es que la fórmula que utilice el señor Gómez deberá incluir algo que tome en cuenta el inventario de seguridad.

En la gráfica anterior se aprecia que el inventario de seguridad está incluido dentro del punto de reorden **R**, por lo que el cálculo de la cantidad óptima de pedidos no varía.

Como ya habíamos definido el punto de reordenar **(R)** = demanda diaria **(D/365)*** tiempo entre orden y entrega **(L)**, ahora sólo tenemos que sumar un inventario de seguridad **(IS)**, de tal forma que la fórmula quede de la siguiente manera:

$$R = D/365 * L + IS$$

Pero, ¿cómo le va hacer el señor Gómez para calcular el famoso inventario de seguridad si nadie le ha dicho cómo hacerlo?

El cálculo del inventario de seguridad depende de fórmulas estadísticas que son algo complicadas, por lo que el señor Gómez pidió que se le entregara una fórmula sencilla y fácil de usar.

La solución más sencilla que se pudo encontrar para que el señor Gómez pudiera establecer su inventario de seguridad fue el uso de una calculadora programable, o el apoyo de una microcomputadora (el uso de las microcomputadoras o computadoras personales está en el Módulo IV del Paquete de Producción. Ahí se entra en profundidad sobre la aplicación de estas máquinas para la resolución de problemas administrativos, y se dan ejemplos de inventarios).

Los únicos datos que el señor Gómez tiene que proporcionar a la máquina son:

1. El nivel de servicio que le quiere dar a su clientela.

2. El pronóstico de la demanda para el periodo entre pedido y surtido de mercancía (el cálculo de esta información viene en el Módulo de Cómo planear la producción):

3. La cantidad óptima de pedidos Q_{opt} (se calcula igual que en el apartado: El ejemplo fácil de inventarios con supuestos).

Con estos tres simples datos se puede calcular el inventario de seguridad.

Como en este Módulo no se ha presentado ningún modelo de cómputo, supongamos que un buen amigo del señor Gómez ha sido muy amable y le ha prestado su computadora para que pueda calcular el inventario de seguridad de su negocio. Sin mucho conocimiento de lo que es una computadora el señor Gómez le proporciona los datos que le pide la computadora, y ésta determina que el inventario de seguridad por mantener para asegurar un nivel de servicio del **90%** es de **70** unidades.

Con este dato, el señor Gómez ya puede calcular la cantidad que deberá reordenar para mantener el nivel de servicio que desea.

Ayudemos al señor Gómez a resolver su problema. El señor Gómez quiere determinar la *cantidad óptima* de pedidos de pescapiel, que tiene una demanda constante a través del año de **10,000 unidades**, y se establece un **90%** como **Nivel de servicio**. También, necesita determinar el *punto de reorden* conforme a una política de *reorden por cantidades fijas fijando un nivel de servicio. El tiempo entre pedido y entrega no es constante,* pero se estima de aproximadamente **6 días**. El *costo por pedido* es de **80,000 pesos**. El *costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario* está calculado en **4,000 pesos**. La unidad de pescapiel le cuesta **8,000 pesos**, y no recibe descuentos por volumen comprado. Si, con la ayuda de la computadora de su amigo, el señor Gómez puede encontrar que el inventario de seguridad **IS** es de **70** unidades de pescapiel en su bodega, manteniendo el nivel de servicio deseado, ¿cuál será la cantidad óptima de pedidos de pescapiel y cuál será su punto de reorden?

Solución:

Los datos son los siguientes:

Demanda anual **D = 10,000**
Demanda diaria promedio = **D**/365 = 5,000/365 días = **27.3973**
Nivel de servicio = **90%**
Costo por unidad **C = 8,000**
Costo de ordenar **S = 80,000**
Costo anual de almacenamiento
por unidad promedio de inventario **H = 4,000**
Tiempo entre pedido y entrega **L = 6**
Inventario de seguridad **IS = 70**

La cantidad óptima por ordenar es:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} =$$

$$\sqrt{\frac{2 * 10,000 * 80,000}{4,000}} = \sqrt{400,000} = \mathbf{632.45} \text{ unidades de pescapiel}$$

El punto de reorden es:

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{D}}{365} * \mathbf{L} + \mathbf{IS} = 27.3973 * 6 + 70 = \mathbf{234.3836} \text{ unidades de pescapiel}$$

Si redondeamos los datos para que sean unidades enteras, la política de inventarios sería la siguiente:

Cuando el nivel del *inventario de pescapiel* llegue a 235 unidades, el señor Gómez tendrá que pedirle a su proveedor 633 unidades de pescapiel.

Ejercicios:

Con la siguiente tabla resuelve las preguntas siguientes.

Nivel de servicio deseado	Inventario de seguridad (Cálculo obtenido con la computadora prestada*)
95%	380 unidades
90%	320 unidades
85%	250 unidades
80%	100 unidades

* El cálculo de estos datos está basado en muchos supuestos y sólo se presenta aquí con el fin de poder aplicar el concepto de inventario de seguridad, sin entrar a modelos matemáticos complejos.

1. Usando los datos del problema del señor de los relojes, determine la Q_{opt} si el nivel de servicio es del 85 por ciento.
2. Con los datos del señor Gómez determine la Q_{opt} y el punto de reorden **R** con un nivel de servicio del 80 por ciento.
3. ¿Afecta el nivel de servicio la cantidad óptima de pedidos?
4. ¿Qué supuesto varía de un modelo de inventarios sin niveles de servicio a uno con niveles de servicio?
5. Escribe tres razones por las cuales este modelo de inventarios se puede aplicar en tu negocio.

RESPUESTAS

1. 173.20 relojes.
2. La cantidad óptima de pedidos es:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} =$$

$$\sqrt{\frac{2 * 10{,}000 * 80{,}000}{4{,}000}} = \sqrt{400{,}000} = \mathbf{632.45} \text{ unidades de pescapiel}$$

El punto de reorden es:

$$R = \frac{D}{365} * L + IS = 27.3973 * 6 + 100 = \mathbf{264.3836} \text{ unidades de pescapiel}$$

3. No.
4. No se satisface la totalidad de la demanda (si cabe la posibilidad de dejar órdenes pendientes o *back order*). El tiempo entre el pedido y entrega de la orden, L, no es constante.
5. La respuesta depende del microempresario.

Yo hago mis pedidos una vez al mes

Hasta este momento hemos visto dos situaciones; una en la que un empresario, vendedor de relojes, cuenta con un distribuidor que tiene un tiempo de entrega muy estable y siempre se tarda lo mismo en surtir la mercancía. La otra, donde el señor Gómez tiene que calcular un inventario de seguridad para poder satisfacer un *nivel de servicio* que él previamente ha querido darle a sus clientes. En ambos casos, los empresarios han hecho sus pedidos dependiendo de una *cantidad* en el inventario. Sin embargo, existen muchos otros empresarios que no pueden usar estos dos modelos porque los pedidos los establecen con base en un periodo fijo y no atendiendo a niveles de mercancía en la bodega.

El señor Sánchez tiene un negocio en la ciudad de Oaxaca, en donde vende artesanía de los indios lacandones. La persona que le surte la mercancía va a la ciudad una vez al mes a visitar al señor Sánchez, y le resurte con base en lo que le pidió el mes pasado. La persona que le surte las artesanías no tiene teléfono, y no se sabe dónde encontrarlo, sólo se está seguro de que el día cinco de cada mes llega a la ciudad de Oaxaca.

Es claro que el señor Sánchez no podrá usar un modelo de reorden por cantidades fijas. ¿Esto quiere decir que no podrá optimizar sus costos de mantener inventario? Por supuesto que no. Existe un modelo llamado *modelo de reorden por periodo fijo* que es justo lo que el señor Sánchez necesita para poder tener un control de sus costos de inventario. La cantidad que pida el señor Sánchez no será una cantidad fija, como se venía manejando en los modelos anteriores, lo que mantendrá fijos en este caso son los periodos en que hará los pedidos (para el caso de la mercancía que compra a los indios lacandones, una vez al mes).

La cantidad de artesanías que el señor Sánchez va a necesitar varía de mes a mes, ya sea porque tuvo más demanda o menos en determinado periodo en particular. Por ejemplo, el mes de enero le vende mucho a turistas franceses, y en febrero sólo le vende a la gente que vive en la ciudad de Oaxaca, que no le compra tanto como los turistas.

La cantidad **q** que pida el señor Sánchez varía con respecto a tres conceptos básicos:

1. La demanda promedio **DP** para un ciclo. Un ciclo será el tiempo fijo entre órdenes y deberá considerar el tiempo entre pedido y recepción de mercancía.

2. El inventario de seguridad **IS** establecido para un nivel de servicio deseado, y

3. El inventario **I** con el que se cuenta a la hora de hacer el pedido.

La fórmula que une estos tres conceptos es muy fácil:

$$\mathbf{q} = \mathbf{DP} + \mathbf{IS} - \mathbf{I}$$

Como se puede ver, el señor Sánchez no tendrá ninguna dificultad en resolver su problema de inventarios. Tomando en cuenta que el señor Sánchez ha estado trabajando con los modelos de inventarios de reorden por cantidades fijas, está ya muy familiarizado con todo el trabajo que se tiene que hacer, por lo que entender el concepto de una cantidad óptima de pedidos no es nada nuevo.

Con las bases que tiene el señor Sánchez de pronóstico de demanda, determina que la demanda diaria **d** para el ciclo que quiere evaluar es de 12 vasijas de barro negro. El proveedor llega los días 5 de cada mes, por lo que el tiempo **T** entre pedidos es de 30 días. El proveedor tiene un ayudante que entrega la mercancía los días 15 de cada mes; sin embargo, el ayudante no habla español, y no puede levantar pedidos, sólo puede hacer las entregas. La experiencia del señor Sánchez es que no siempre llega los días 15 de cada mes, a veces lo hace los días catorce y a veces lo hace los días 16, pero por lo general llega los días 15. Esto quiere decir que el tiempo promedio **L** entre el pedido y la entrega del mismo es de 10 días.

Con estos tres datos, el señor Sánchez puede rápidamente obtener la demanda promedio para el ciclo que le interesa evaluar. La demanda para un ciclo se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{DP} = \mathbf{d} * (\mathbf{T} + \mathbf{L})$$

Con los datos del señor Sánchez, podemos obtener el siguiente resultado:

$$(\mathbf{T} + \mathbf{L}) = (30 + 10) = 40$$

Y, luego, se multiplica por la demanda diaria,

$$\mathbf{d} * (\mathbf{T} + \mathbf{L}) = \mathbf{d} * (40) = 12 * (40) = 480 \text{ vasijas de barro negro.}$$

Con ayuda de una computadora, que compró para hacer más eficiente la facturación de su negocio, el señor Sánchez obtiene un valor para el *inventario de seguridad*, dado un nivel de servicio del 95%. La computadora le proporciona el dato de 50 vasijas de barro para poder dar un nivel de servicio del 95 por ciento.

Entonces el inventario de seguridad establecido para un nivel de servicio deseado será en este periodo de **50 vasijas de barro negro**.

El bodeguero del comercio del señor Sánchez cuenta el *inventario* el día que se hace la orden de compra de vasijas y tiene **124 vasijas de barro negro** en su bodega.

Ahora, simplemente tiene que hacer una suma y una resta y ya resolvió su problema de inventarios con un modelo de reorden por periodo fijo.

Como

$$\mathbf{q} = \mathbf{DP} + \mathbf{IS} - \mathbf{I}$$

Y

$$DP = d * (T + L) = 480$$
$$IS = 50$$
$$I = 124$$

Entonces

$$q = 480 + 50 - 124 = 406$$

Y el señor Sánchez deberá pedirle *406 vasijas de barro negro* a su proveedor.

Cuando el señor Sánchez vuelva a pedir las vasijas de barro negro, tendrá que repetir todo este procedimiento, ya que la demanda diaria para el siguiente ciclo será diferente y la cantidad que guarde en la bodega también será diferente, al igual que el inventario de seguridad que deba mantener. Pero, a estas alturas, ya no le costará ningún trabajo, sólo tendrá que calcularlo como una cosa de costumbre dentro de su negocio.

La forma de obtener cantidades óptimas en modelos de inventarios que se deban pedir con un plazo fijo es muy fácil, una vez que se determina la cantidad por almacenar como inventario de seguridad. Sin embargo, si se calcula mal esta cantidad, puede incurrirse por insatisfacción de demanda o en costos muy elevados por mantener cantidades elevadas de inventario en la bodega.

Por lo anterior, te animamos a que leas el Módulo IV del Paquete de Producción, donde podrás obtener más herramientas con las cuales atacar tus problemas particulares en materia de inventarios.

Ejercicios:

1. ¿Qué diferencia existe entre un modelo de reorden por cantidades fijas (con o sin nivel de servicio) y un modelo de reorden por periodos fijos?

____

____

____

____

____

2. ¿En cuáles casos crees tú que el modelo de reorden por periodos fijos se aplique a tu negocio y por qué?

____

3. Un empresario tiene que aplicar un modelo de inventario de reorden por periodo fijo. El sabe que su demanda diaria de platos rojos es de 25. Su proveedor le levanta los pedidos cada 15 días y transcurren 3 días para surtirle los platos. El empresario ha determinado, con ayuda de un amigo suyo que sabe algo de control estadístico, que su inventario de seguridad deberá ser de 30 platos para tener un nivel de servicio del 80 por ciento.

a) Si en el momento de hacer el pedido tiene 15 platos en la bodega, ¿cuántos platos deberá pedirle a su proveedor?

b) Si la demanda diaria para el siguiente ciclo es de 30 platos y su nuevo inventario de seguridad es de 20, ¿cuántos platos deberá pedir a su proveedor si tiene 5 platos en su bodega?

RESPUESTAS

1. La cantidad por pedir no será fija, como se venía manejando en los modelos anteriores, sino mantendrá fijos en este caso los periodos en que hará los pedidos.

2. La respuesta depende del microempresario.

3. a.

$q = DP + IS - I$

y

$DP = d * (T + L) = 25 * (15 + 3) = 450$
$IS = 30$
$I = 15$

entonces,

$q = 450 + 30 - 15 = 465$

b.
$DP = d * (T + L) = 30 * (15 + 3) = 540$
$IS = 20$
$I = 5$

entonces,

$q = 540 + 20 - 5 = 555$

Manos a la obra para reducir costos con modelos aplicables a mi empresa

Hasta este momento, te hemos presentado modelos de inventarios sujetos a restricciones que no son muy reales, teniendo en cuenta la situación en que se desenvuelve tu negocio. Probablemente uno de los supuestos que menos se aplique a tu negocio sea el de un costo de compra constante por artículo, sin importar la cantidad de mercancía que tú le compres a tus proveedores. No es nada nuevo que los proveedores ofrezcan descuentos por volúmenes comprados, y si querías introducir este concepto a los modelos anteriores de inventarios, no lo podías hacer.

En esta situación se encuentra una papelería que está en la esquina de Seminario y Justo Sierra en el centro de la ciudad de México. El dueño de la tienda, el señor Aragón, tiene almacenadas 500,000 plumas en su bodega. El decidió comprar un lote de 600,000 plumas porque el descuento, que le daba su proveedor por esta cantidad, era del 25% sobre el costo original de las plumas.

El proveedor tenía como política de ventas un precio de venta de las plumas de 2,500 pesos por pluma. Si la compra era entre 1,000 y 50,000 plumas el proveedor ofrecería ese precio de venta. Si la compra era de entre 50,001 y 499,999 plumas se ofrecería un descuento del 10%. Finalmente si la compra era de 500,000 plumas o más se ofrecería un descuento del 25%. El señor Aragón pensó que con este último podría tener un mayor margen de utilidad, que se vería reflejado al poco tiempo en más dinero para su negocio. Como su demanda estimada para el año en curso era de 1,200,000 plumas, decidió hacer dos pedidos de 600,000 plumas y aprovechar el descuento por volumen.

Curiosamente, en vez de tener más dinero, y aun cuando las ventas de plumas se habían mantenido según lo pronosticado, el negocio no tenía mucho más dinero del que tenía originalmente en el giro de plumas.

¿Qué sería lo que le estaba pasando al señor Aragón? El decidió que tenía que investigar cuál era su problema porque no se podía quedar la situación así. Pero a la hora de tratar de aplicar un modelo de inventarios, se topó con el problema de tener como supuesto un costo de compra constante, y entonces los descuentos que su proveedor le ofrecía por volumen ya no se podían tomar en cuenta.

Afortunadamente el señor Aragón no desistió en su búsqueda de un modelo de inventarios que le ayudara a encontrar una solución a su problema. Dentro de los libros de texto encontró un modelo que sí aceptaba descuentos por volumen. Como es de suponer, lo primero que tuvo que hacer el señor Aragón fue determinar los principales costos en que estaba incurriendo por mantener inventarios.

Al ver el señor Aragón que los costos que tenía que determinar eran los mismos que si estuviera usando un modelo de inventarios de reorden por cantidades fijas, sintió un gran alivio porque el problema sería fácilmente resuelto.

Como probablemente recuerdas, el modelo de inventarios de reorden por cantidades fijas incluía tres com3.nentes principales: 1. El Costo de Adquisición, 2. El Costo de Ordenar, y 3) El Costo de Mantener Inventario.

Como el señor Aragón ya conocía el modelo de inventarios de reorden por cantidades fijas no tuvo mayor problema en identificar los valores que debería usar para encontrar estos costos.

El necesitaba la demanda anual esperada **D**, el costo unitario esperado **C**, la cantidad por pedir **Q**, el costo de hacer una orden **S**, y el costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario **H**.

Lo único que no le quedaba muy claro al señor Aragón para solucionar su problema era cómo tomar el costo unitario, si en realidad tenía tres. El primero, si compraba *entre 1,000 y 50,000 plumas*, era de **2,500 pesos.** El segundo, si compraba *entre 50,001 y 499,999 plumas*, era de $2,500 — (2,500 * 10%) = $2,500 — $250 = **2,250 pesos** por pluma. Y el tercero, si compraba *500,000 o más* plumas, era de $2.250 — ($2,500 * 0.25) = $2,500 — $625 = **1,875 pesos.**

El primer paso es encontrar el costo total en el que está incurriendo el señor Aragón en este momento.

Si la demanda anual esperada **D** era de **1,200,000** plumas, el costo de hacer una orden **S** era de **15,000 pesos** y el costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario **H** era del **0.8% del costo unitario**, ¿cuál sería la cantidad óptima de pedido de plumas y cuál su punto de reorden **R**? Para poder calcular el punto de reorden **R** todavía nos hace falta un dato, *el tiempo entre el pedido y la recepción de la mercancía*. Para el proveedor del señor Aragón ese tiempo era de **2** días y nunca en 10 años de trabajar juntos había sido de un día más o un día menos.

Pero el costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario **H** es un costo variable al igual que el costo unitario, dependiendo de la cantidad pedida, por lo que también tenemos tres costos, dependiendo de la cantidad pedida. El primero, si compra *entre 1,000 y 50,000 plumas*, será de $2,500 * 0.008 = **20 pesos**. El segundo, si compra *entre 50,001 y 499,999 plumas*, será de $2,250 * 0.008 = **18 pesos** por pluma. Y el tercero, si compra *500,000 o más* plumas, será de $1,875 * 0.008 = **15 pesos**.

Como seguramente recuerdas, la formulita de costo total es la siguiente:

Costo anual total	=	Costo anual de adquisición	+	Costo anual de ordenar	+	Costo anual de mantener inventario

y, por lo tanto, $\mathbf{CT} = \mathbf{D} * \mathbf{C} + \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{Q}} * \mathbf{S} + \frac{\mathbf{Q}}{2} * \mathbf{H}$, o bien,

$$\mathbf{CT} = 1{,}200{,}000 * 1{,}875 + \frac{1{,}200{,}000}{600{,}000} * 15{,}000 + \frac{600{,}000}{2} * 15 =$$

$$\$2'254{,}530{,}000$$

es el costo total en que está incurriendo en este momento el señor Aragón. Ahora bien, ¿cuál será la cantidad óptima que debe pedir el señor Aragón?

El segundo paso sería encontrar la cantidad óptima de pedido para cada uno de los posibles costos de adquisición. La fórmula para encontrar la cantidad óptima de pedido es la siguiente:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * \mathbf{D} * \mathbf{S}}{\mathbf{H}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 * 1{,}200{,}000 * 15{,}000}{20}} = \sqrt{1'800{,}000{,}000} = \mathbf{42{,}426.41} \text{ plumas}$$

$$= \sqrt{\frac{2 * 1'200{,}000 * 15{,}000}{18}} = \sqrt{2'000{,}000{,}000} = \mathbf{44{,}721.36} \text{ plumas}$$

$$= \sqrt{\frac{2 * 1{,}200{,}000 * 15{,}000}{15}} = \sqrt{2'400{,}000{,}000} = \mathbf{48{,}989.80} \text{ plumas}$$

El punto de reorden, independientemente del costo unitario o del costo de mantener inventario es:

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{D}}{365} * \mathbf{L}$$

$$\mathbf{R} = \frac{1'200{,}000}{365} * \mathbf{L} = 3.287.67 * 2 = \mathbf{6{,}575.34} \text{ plumas.}$$

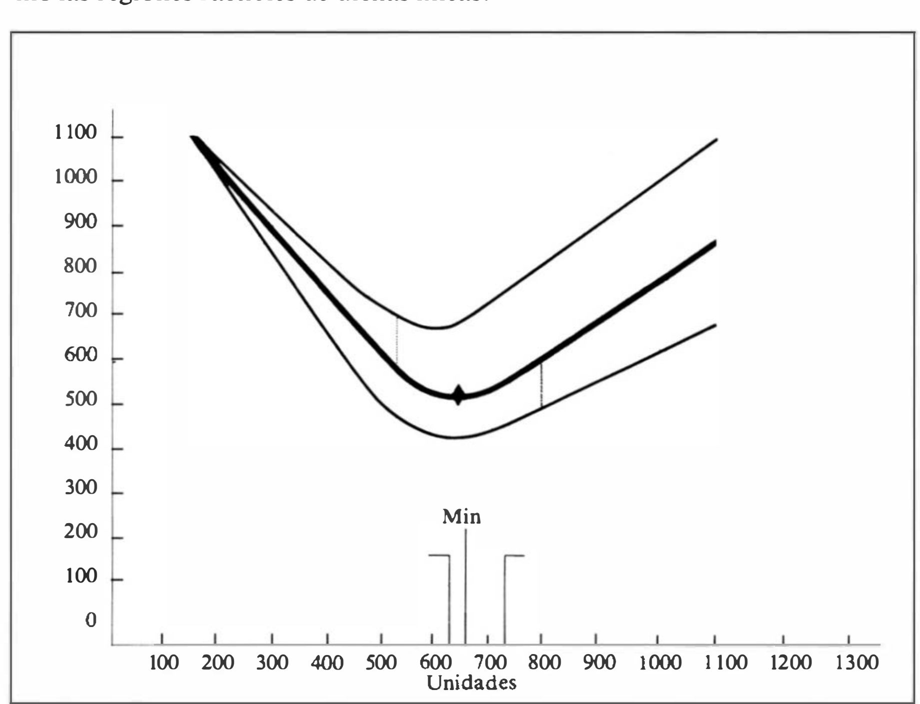
El tercer paso sería encontrar cuál de las cantidades óptimas es la viable considerando los descuentos por volumen que ofrece el proveedor. Como ya vimos, si compraba *entre 1,000 y 50,000 plumas*, se tenía un precio de 2,500 pesos por pluma, si compraba *entre 50,001 y 499,999 plumas*, el precio era de 2,250 pesos por pluma, y si compraba *500,000 o más* plumas, el precio sería de 1,875 pesos.

Para el costo unitario de 2,500 la cantidad óptima sería de 42,427 plumas por pedido, que está dentro del rango de 1,000 a 50,000 plumas. Para el costo de 2,250, la cantidad óptima de pedido sería de 44,722 plumas; sin embargo,

para poder recibir un precio unitario de 2,250 por pluma se necesita comprar por lo menos 50,001 plumas, por lo que esta opción no es viable. Finalmente, para el costo unitario de 1,875, la cantidad de pedido es de 48,990 plumas. Otra vez vemos que la cantidad óptima de pedido con este costo unitario no está dentro del rango permitido por el proveedor.

Por todo lo anterior, parece ser que la mejor opción es comprar 42,427 plumas a 2,500 pesos por pluma. Pero, ¿no habrá otra opción más barata?

En la gráfica que se presenta a continuación se pueden apreciar las líneas de los costos totales con los tres costos unitarios y las cantidades óptimas, así como las regiones factibles de dichas líneas.



El cuarto paso es ver si al comienzo de las regiones factibles los costos totales son menores que los costos totales de las cantidades óptimas factibles. Veamos qué es lo que el señor Aragón tiene que hacer:

Primero: calcular el costo total de la cantidad óptima factible:

$$\mathbf{CT} = 1{,}200{,}000 * 2{,}500 + \frac{1{,}200{,}000}{42{,}427} * 15{,}000 + \frac{42{,}427}{2} * 20 =$$

$$\$3'000{,}848{,}528$$

Segundo: estimar el costo total en el límite inferior del siguiente costo unitario. Esto es, con una cantidad de 50,001 ya se tiene acceso a un precio de $2,250 por pluma. Si ahora calculamos el costo total tenemos:

$$\mathbf{CT} = 1'200{,}000 * 2{,}250 + \frac{1'200{,}000}{50{,}001} * 15{,}000 + \frac{50{,}001}{2} * 18 =$$

$$\$2'700{,}810{,}002$$

Tercero: calcular el costo total en el límite inferior del siguiente costo unitario. Esto es, con una cantidad de 500,000 ya se tiene acceso a un precio de $1,875 por pluma. Si ahora calculamos el costo total tenemos:

$$\mathbf{CT} = 1'200{,}000 * 1{,}875 + \frac{1'200{,}000}{500{,}000} * 15{,}000 + \frac{500{,}000}{2} * 15 =$$

$$\$2'243{,}786{,}000$$

El quinto paso es determinar una política aplicable a los reórdenes y las cantidades por comprar en cada reorden.

De los tres costos totales calculados arriba, el menor es el de comprar 500,000 plumas a 1,875 pesos y reordenar cuando se tengan 6,576 plumas en la bodega. Si este sistema de reorden de plumas se aplica en el negocio del señor Aragón, tendrá un ahorro de:

$$\$2'254{,}530{,}000 - \$2'243{,}786{,}000 = \$10'744{,}000$$

Con simplemente introducir una política de inventarios el señor Aragón se podrá ahorrar 10'744,000 pesos, con lo que podrá comprar un par de motos y repartir mercancía a los locales de sus mejores clientes. *No está mal para un día de trabajo, felicidades señor Aragón, por establecer un sistema de inventarios en su empresa, ya está ahorrando dinero.*

Evaluación final

1. El modelo de inventarios de reorden por cantidades fijas tiene tres costos principales, ¿cuáles son?

2. Mencionar los pasos para la resolución de un problema de reorden por cantidades fijas, si se tienen descuentos por volumen.

3. ¿Existe alguna diferencia en el cálculo de la cantidad óptima para un modelo de reorden por cantidades fijas sin descuentos por volumen, y con descuentos por volumen? ¿En la manera de calcular el punto de reorden?

4. Supón que en vez de que el proveedor del señor Aragón diera descuentos del 10% (por volúmenes de 50,001 a 499,999) y del 25% (por volúmenes de 500,000 en adelante), ahora sólo diera descuentos del 8% por volúmenes de 50,001 a 499,999 y del 12% por volúmenes de 500,000 en adelante.

a) ¿Cuál sería la cantidad óptima de pedidos y el punto de reorden en las nuevas condiciones?

b) ¿De cuánto sería el ahorro implantando una política de inventarios?

5. En el caso de producción, ¿cuáles son los principales tipos de inventarios?
   a) Inventario de Materia Prima e Inventario de Producto Terminado.
   b) Inventario de Productos en Proceso.
   c) Inventario de Productos Perecederos.
   d) Inventario de Productos en Proceso y Productos Terminados.
   e) a y c.
   f) c y d.
   g) a y b.

6. Un sistema de inventarios es:
   a) El conjunto de cosas, factores o elementos que ayudan a la administración de un negocio a establecer políticas que mantienen y controlan niveles o cantidades de inventario que vayan a ser guardadas.
   b) El conjunto de cosas, factores o elementos que ayudan a la administración de un negocio a controlar niveles o cantidades de inventario por almacenar.
   c) El conjunto de cosas, factores o elementos que ayudan a la administración de un negocio a mantener niveles o cantidades de inventario por almacenar.
   d) El conjunto de cosas, factores o elementos que ayudan a la administración de un negocio a establecer políticas que mantienen y controlan la cantidad de dinero que se invertirá en la compra de mercancía por guardar en inventario.

7. En materia de inventario, un Costo Total se compone de:
   a) Costo de Adquisición y Costo de Obsolescencia.
   b) Costo de Adquisición y Costo de Mantener Inventario.
   c) Costo de Ordenar.
   d) Costo Financiero.
   e) b y c.
   f) b y d.

8. ¿Se pueden incluir descuentos por volumen en los modelos de inventario de reorden por cantidades fijas?
   a) Sí.
   b) No.

9. ¿Cuáles de los siguientes son modelos de inventarios?
   a) Reorden por cantidades fijas.
   b) Reorden por periodo fijo.
   c) Reorden por cantidades fijas con niveles de servicio.
   d) Reorden por periodo fijo con niveles de servicio.
   e) Reorden por cantidades fijas con descuentos por volumen.
   f) Todos los anteriores.

10. Un empresario dedicado al comercio de relojes quiere determinar la *cantidad óptima* de pedidos de su modelo **ZXR**, el cual tiene una demanda constante a través del año de **5,000 relojes**. También necesita determinar el *punto de reorden* siguiendo una política de *reorden por cantidades fijas*. Toma como supuesto que *el tiempo entre pedido y entrega es constante*, de **25 días**. El *costo por pedido* es de **12,000 pesos**. El *costo anual de almacenamiento por unidad promedio de inventario* lo ha calculado en **4,000 pesos**. El modelo **ZXR** le cuesta **50,000 pesos**, y no recibe descuentos por volumen comprado.

    ¿Cuál será la *cantidad óptima* de pedidos de relojes **ZXR**, y cuál será su *punto de reorden*?

   a) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 1,000 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 100 relojes **ZXR**.
   b) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 434 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 124 relojes **ZXR**.
   c) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 343 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 174 relojes **ZXR**.
   d) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 143 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 121 relojes **ZXR**.
   e) Cuando el nivel del *inventario de relojes* llegue a 143 relojes, el señor de los relojes tendrá que pedirle a su proveedor 250 relojes **ZXR**.

11. ¿Qué diferencia existe entre un modelo de reorden por cantidades fijas (con o sin nivel de servicio) y un modelo de reorden por periodos fijos?

---

12. Un empresario tiene que aplicar un modelo de inventario de reorden por periodo fijo. El sabe que su demanda diaria de platos rojos se de 25 platos. Su proveedor le levanta los pedidos cada 15 días y 3 días transcurren para surtirle los platos. El empresario ha determinado, con ayuda de un amigo suyo que sabe algo de control estadístico, que su inventario de seguridad deberá ser de 30 platos para tener un nivel de servicio del 80 por ciento.

a) Si en el momento de hacer el pedido tiene 15 platos en la bodega, ¿cuántos platos deberá pedirle a su proveedor?

b) Si la demanda diaria para el siguiente ciclo es de 30 platos y su nuevo inventario de seguridad es de 20, ¿cuántos platos deberá pedir a su proveedor sí tiene 5 platos en su bodega?

RESPUESTAS

1. Costo anual de adquisición, Costo anual de ordenar, Costo anual de mantener inventario.
2. El primer paso sería encontrar el costo total en que está incurriendo el señor Aragón en este momento.
   El segundo paso sería encontrar la cantidad óptima de pedido para cada uno de los posibles costos de adquisición.
   El tercer paso sería encontrar cuál de las cantidades óptimas es la viable con los descuentos por volumen que ofrece el proveedor.
   El cuarto paso es ver si al principio de las regiones factibles los costos totales son menores que los costos totales de las cantidades óptimas factibles.
   El quinto paso es determinar una política para los reórdenes y las cantidades por comprar en cada reorden.
3. El cálculo de la cantidad óptima es igual, sólo que la cantidad que represente el menor costo tal vez no sea la cantidad óptima ya que puede no ser factible. El punto de reorden es exactamente igual.

4.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} =$$

$$\sqrt{\frac{2 * 1'200{,}000 * 150{,}00}{20}} = 1'800{,}000{,}000 = \mathbf{42{,}426.41} \text{ plumas}$$

$$\sqrt{\frac{2 * 1'200{,}000 * 150{,}00}{18.4}} = 1'956{,}521{,}739 = \mathbf{44{,}232.59} \text{ plumas}$$

$$\sqrt{\frac{2 * 1'200{,}000 * 150{,}00}{17.6}} = 2'045{,}454{,}545 = \mathbf{45{,}226.70} \text{ plumas}$$

CT_1 = \$3'000,848,528
CT_2 = \$2'760,820,002
CT_3 = \$2'644,436,000

Q_{opt} = 500,000
R = 6,576 plumas

Ahorro = 2'645,310,000 − 2'644,436,000 = \$874,000

5. g.
6. a.
7. e.
8. a.
9. f.
10. c.

11. La cantidad por pedir no será fija, como se venía manejando en los modelos anteriores, sino mantendrá fijos en este caso los periodos en que hará los pedidos.

12. a. 465.
    b. 555.